

Jere Konttinen

Raiteen tukikerroksen sepelöinti Destia Rail Oy:llä

Raiteen tukikerroksen sepelöinti Destia Rail Oy:llä

Jere Konttinen
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, yhdyskuntatekniikan suuntautumisvaihtoehto.

Tekijä: Jere Konttinen

Opinnäytetyön nimi: Raiteen tukikerroksen sepelöinti Destia Rail Oy:llä

Työn ohjaaja(t): Henri Seppälä, työmaapäällikkö, Destia Rail Oy

Kalle Hyry, kalustopäällikkö, Destia Rail Oy

Jarmo Erho, lehtori, Oulun ammattikorkeakoulu

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 48

Raiteen tukikerroksen sepelöinti on yksi radan kunnossapidon osa-alue, jolla pyritään takaamaan liikennöitävyyden edellyttämä raiteen tasaisuus. Tukikerroksen sepelöimisellä mahdollistetaan muut kunnossapitotyöt, kuten raiteen tuenta sekä tukikerroksen muotoilu.

Opinnäytetyön tavoitteena oli ohjeistaa Destia Rail Oy:n VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunujen käyttöä raiteen tukikerroksen sepelöinnissä. VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunujen ohjeistus perustui Destia Rail Oy:n ammattilaisten kokemuksiin sekä tukikerroksen sepelöintiä sepelinannosteluvaunuilla tehtäessä kertyneisiin kokemuksiin. Ohjeistuksen tekemisen apuna käytettiin myös videoita sekä suoriteilmoituksia tukikerroksen sepelöinnistä.

Lisäksi työssä perehdyttiin raiteen tukikerroksen kunnossapidon eri työvaiheisiin, raidesepelin ominaisuuksiin sekä laatuvaatimuksiin ja ratakaluston käyttöönottamiseen Suomen valtion rataverkolle. Opinnäytetyössä selvitettiin myös, miten Destia Rail Oy:llä tukikerroksen sepelöimiseen käytettävien venäläisten VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunujen käyttöönotto mahdollistui Suomen rataverkolle.

Opinnäytetyössä laadittu ohje sisältää neuvot sepelinannosteluvaunujen käyttöön niin kunnossapitosepelöinnissä kuin tyhjän radan sepelöinnissä. Apuna käytettyjen videoiden avulla havaittiin, että kunnossapitosepelöinnissä "laatikko alhaalla" -sepelöinti vei noin viisi kertaa enemmän aikaa kuin "laatikko ylhäällä" -sepelöinti. Destia Rail Oy:n kunnossapitosepelöinnissä suositaankin "laatikko ylhäällä" -sepelöintiä, koska tällöin raiteen tukikerroksen sepelöiminen onnistuu lyhyissäkin työraoissa.

Työssä kävi ilmi, että sepelöintiyksikön sepelöintitapoja tasoristeysten ja siltojen kohdalla tulisi kehittää sepelöintikaluston kunnon ja vikojen seurannan lisäksi. Myös sepelöintiyksikön kuljettajan ja tähyistäjän tietämystä sepelöitävien kohteiden ominaisuuksista ja raidesepelin määrän suhteuttamisesta raiteen noston määrään tulisi tulevaisuudessa kehittää.

Asiasanat: Rautatie, kunnossapito, raidesepeli

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Civil Engineering, Option of Municipal Engineering

Author: Jere Konttinen

Title of thesis: Ballasting Supporting Layer of Railway Track by Destia Rail Ltd.

Supervisors: Henri Seppälä, Site Manager, Destia Rail Ltd.

Kalle Hyry, Fleet Manager, Destia Rail Ltd.

Jarmo Erho, Lecturer, Oulu University of Applied Sciences

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018

Pages: 48

The ballasting supporting layer of the railway track is the part of railway maintenance which is attempted to guarantee the flatness of railways tracks. The other maintenance sectors such as tamping and profiling are made possible with the ballasting supporting layer of the railway track.

The aim of this thesis was to produce instructions for using VPM 770 FI ballasting wagons in the ballasting supporting layer of the railway track. The instructions are based on experiences of the professionals of Destia Rail Ltd. Videos and performance announcement from the ballasting were also used as help when this thesis was made.

The separate stages of the supporting layer maintenance, features and quality requirements of track ballast and introduction of fleet in railway network of Finland were examined in the study. The thesis goal also was to find out what changes had to be done so that Russian VPM 770 FI ballasting wagons were possible to use in Finland.

The maintenance ballasting and empty track ballasting were contained in the instructions of the thesis. In the maintenance ballasting it was found out that when the metering device of ballast wagon had lower setup, the ballasting was about five times slower than when the metering device had upper setup. For this reason, Destia Rail Ltd. had been using the upper setup of ballast metering device in maintenance ballasting. This means that the ballasting supporting layer of the railway track is succeeded in short period of work time.

Keywords: Railway, maintenance, track ballast

ALKULAUSE

Haluan kiittää opinnäytetyön tilaajan Destia Rail Oy:n kalustopäällikköä Kalle Hyryä ja työmaapäällikköä Henri Seppälää avusta, ideoista ja mahdollisuudesta insinöörityön tekemiseen. Kiitokset kuuluvat myös opinnäytetyön ohjaajalle lehtori Jarmo Erholle ja ”Obamalla” samanaikaisesti työskennelleille työntekijöille sepelöimisen ja vaunujen käytön opastamisesta. Lisäksi haluan kiittää läheisiäni kannustuksesta ja tuesta koulun käymiseen sekä opinnäytetyön tekemiseen.

Oulussa maaliskuussa 2018.

Jere Konttinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	7
2 SUOMEN RATAVERKON KUNNOSSAPITO	8
2.1 Tukikerroksen kunnossapito	9
2.2 Raiteen tuenta	10
2.2.1 Kunnossapitotuenta	12
2.2.2 Läpituenta	12
2.3 Tukikerroksen täydentäminen sepelillä	13
2.4 VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunu	16
2.5 Tukikerroksen muotoilu	18
3 RAIDESEPELI	21
3.1 Laatuvaatimukset	21
3.1.1 Geometriset vaatimukset	22
3.1.2 Fysikaaliset vaatimukset	24
3.1.3 Säilyvyysvaatimukset	25
3.2 Los Angeles -testi	26
3.3 Raidesepelin käyttöikä	29
3.4 Raidesepelin hienontuminen	30
4 KALUSTON KÄYTTÖÖNOTTO SUOMEN RATAVERKOLLE	33
4.1 Liikkuvan kaluston käyttöönotto Suomessa	33
4.2 Venäläisen vaunukaluston rekisteröinti Suomeen	33
5 TUKIKERROKSEN SEPELÖINTI	36
5.1 Kunnossapitosepelöinti	36
5.2 Tyhjän radan sepelöinti	39
5.3 Sepelöinnissä varottavat asiat	42
5.4 Sepelöinnin kohdistus	44
6 YHTEENVETO	46
LÄHTEET	48

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä yleisesti radan tukikerroksen kunnossapitoon ja kunnossapitomenetelmiin, tukikerroksessa käytettävän raidesepelin ominaisuuksiin ja vaatimuksiin sekä Suomen rataverkolla käytettävän kaluston vaatimuksiin. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda ohjeistus Destia Rail Oy:n VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunujen käyttöön niin radan tukikerroksen kunnossapitosepelointiin kuin tukikerroksen uudelleen rakentamiseen.

Destia Rail Oy:n VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunut ovat valmistettu alun perin Venäjällä, minkä jälkeen ne on modifioitu yhteistyönä Teräspyörä-Steelwheel Oy:n kanssa Suomen rataverkolle sopiviksi. VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunut ovat muokkauksineen ainoaa laatuaan Suomessa, joten aikaisempaa ohjeistusta kyseisten sepelinannosteluvaunujen käytöstä radan tukikerroksen sepelöinnissä ei ole.

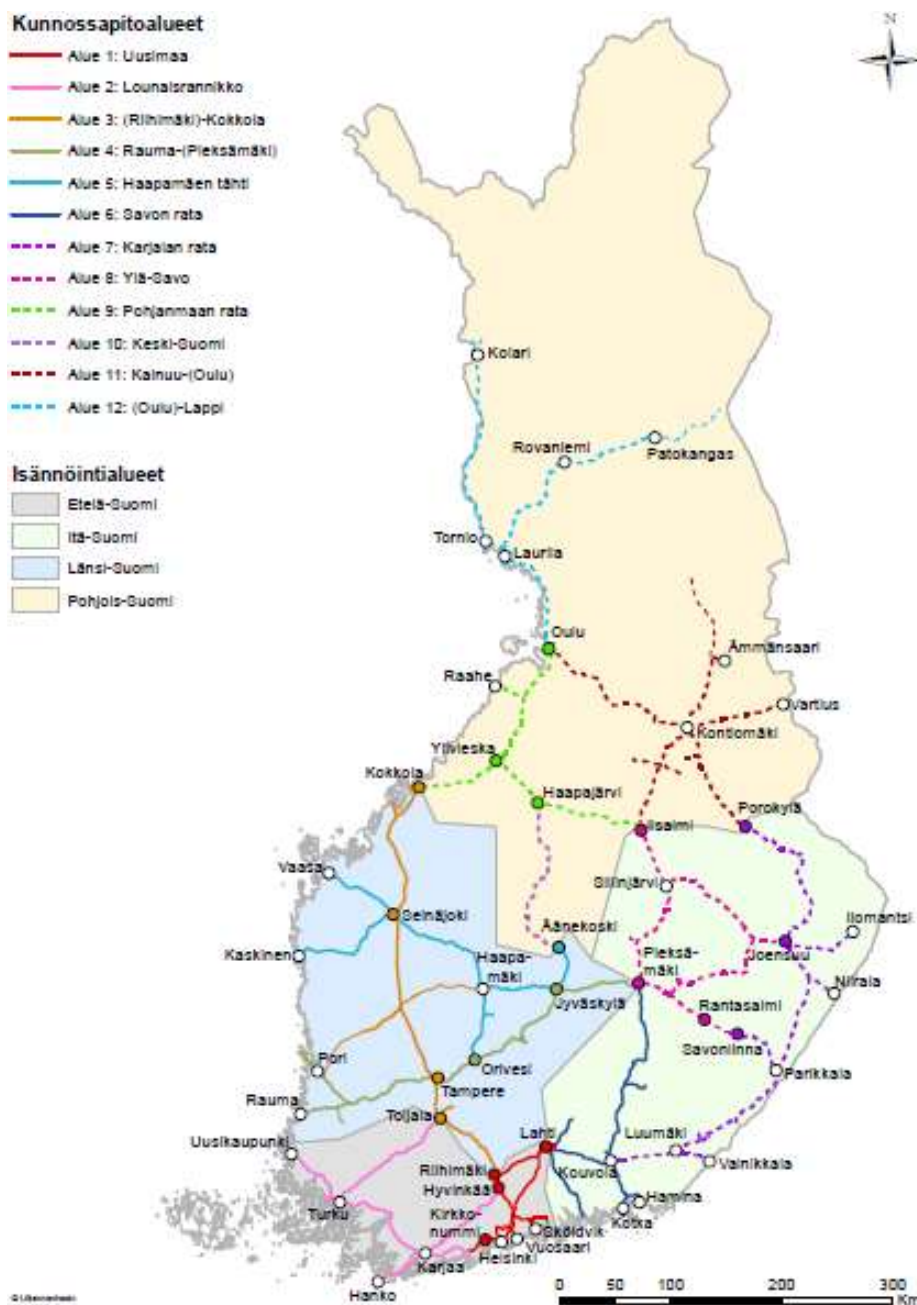
Opinnäytetyön toimeksiantaja on Destia Rail Oy, joka kuuluu osana Destian erikoisrakentamisen tulosityksikköön. Destia Rail Oy eli entinen Maansiirto Veli Hyryläinen Oy liittyi osaksi Destiaa vuonna 2007. Destia Rail Oy vastaa Destian radan rakentamis- ja kunnossapitopalveluista koko radan elinkaaren ajan kaikkialla Suomessa.

2 SUOMEN RATAVERKON KUNNOSSAPITO

Suomessa liikennöitävän noin 6 000 kilometrin pituisen rataverkon kunnossapito edellyttää jatkuvaa kunnossapitoa. Rataverkon kunnossapidolla varmistetaan turvallinen ja tehokas liikennöinti verkostolla ympäri vuoden sekä tavoitellaan radan rakenneosille määritettyä käyttöikää. Rataverkon kunnossapidosta, ylläpidosta ja rakentamisesta Suomessa vastaa Liikennevirasto, joka kilpailuttaa radan kunnossapitoalueiden kunnossapitäjät viiden vuoden välein. (1; 2; 3; 4, s. 15.)

Rataverkon runko muodostuu pääradasta (Helsinki–Tampere–Seinäjoki–Oulu), Karjalan radasta (Helsinki–Kouvola–Imatra–Joensuu) sekä Savon radasta (Kouvola–Pieksämäki–Kajaani–Kontiomäki) (5). Suomen rataverkko on myös jaettu 12 kunnossapitoalueeseen ja neljään eri isännöintialueeseen (kuva 1). Tällä hetkellä rataverkon kunnossapitäjiä ovat Destia Rail Oy ja VR Track Oy. Kunnossapitoalueilla 5, 6, 8, 9, 11 ja 12 kunnossapitäjänä toimii Destia Rail Oy. (6; 7.)

Suomen rataverkon tarkastusmenetelmät ja tarkastustarpeet määräytyvät Liikenneviraston määrittämän radan kunnossapitotason mukaan. Kunnossapitotaso määräytyy rataosan liikenteellisten tarpeiden, päällysrakenteen ja sallitun maksiminopeuden mukaan. Kunnossapitotasoja on kahdeksaa erilaista. Kunnossapitotasot 1AA, 1A, 1, 2, 3 koskevat pääraiteita ja 4, 5, 6 sekä pää- että sivuraiteita. (4, s. 15–17.)



KUVA 1. Liikenneviraston kunnossapito- ja isännöintialueet (8)

2.1 Tukikerroksen kunnossapito

Radan tukikerros on liikennöitävyyden edellyttämän raiteen tasaisuuden hallinnan kannalta radan keskeisin osa rakenteesta. Tukikerroksen tarkoituksena on tukea raidetta sivu- ja pystysuunnassa, pitää raide geometrisesti oikeassa asennossa ja asemassa sekä jakaa liikennekuormitus alusrakenteelle. Suomessa radan tukikerros rakennetaan tyypillisesti karkearakeisesta murskatusta kiviaineksesta, raidesepelistä ja tyypillinen tukikerrospaksuus betonipölkkyraiteessa on 550 mm. (9, s. 11, 13; 10, s. 9.)

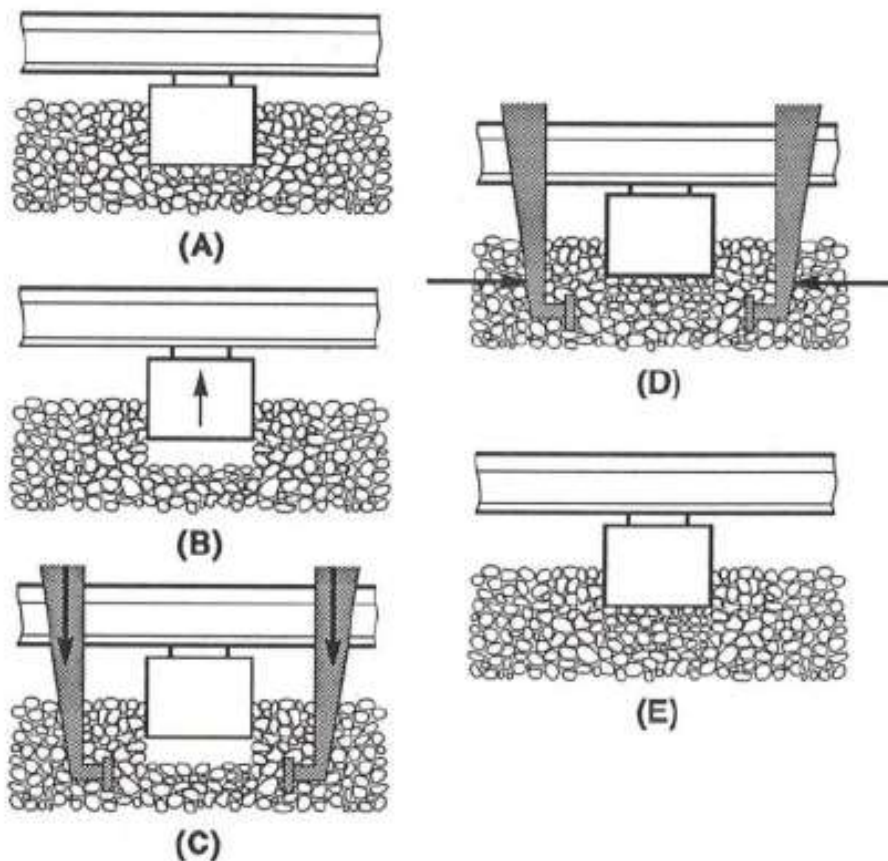
Raiteen tukikerroksen toimintaan vaikuttaa monia eri tekijöitä, kuten esimerkiksi raidesepelin laatu ja kunto, kunnossapitotoimenpiteiden tehokkuus sekä muiden rakenneosien toiminta. Tukikerroksen toiminnan heikkeneminen on havaittavissa esimerkiksi, kun raiteen kuntoa ja tasaisuutta mitataan raidegeometriamittauksilla. (9, s. 11,13.)

Raidegeometriamittauksissa käytettävät mittausmenetelmät voidaan jakaa radantarkastusvaunuihin (track recording cars/vehicles), kevyempiin mittausvaunuihin (track geometry measuring trolleys, TGMT) ja käsikäyttöisiin mittalaitteisiin (manually operated device, MOD). Radantarkastusvaunulla tehdyllä raidegeometriamittauksen tulosten perusteella pystytään suurelta osin määrittämään tarve raiteen tuennalle. (10, s. 3, 13.)

Raiteen epätasaisuus johtuu pääosin toistuvan liikennekuormituksen aiheuttamasta raidesepelin hienonemisesta ja uudelleenjärjestymisestä sekä alempien rakenneosien pysyvistä muodonmuutoksista. Raiteen epätasaisuutta ja geometrisia virheitä korjataan tukemiskoneella. Tukemistyöhön ja tukikerroksen kunnossapitoon kuuluu tukemisen lisäksi myös tukikerroksen täydentämistä sepelillä ja tukikerroksen muotoilua. (9, s. 11; 10, s. 3, 116.)

2.2 Raiteen tuenta

Raiteen tukemisella (tamping) tarkoitetaan raiteen rakentamista tai palauttamista haluttuun vaaka- ja pystygeometriaan. Tukeminen perustuu raiteen nostoon ja raidesepelin uudelleentiivistämiseen ratapölkkyjen alle (kuva 2). (10, s. 30.)



KUVA 2. Tukemisen periaate yhden pölkyn kohdalla (10, s. 30)

Kuvan 2 kohdassa A tukemiskone ajetaan tuettavan ratapölkyn kohdalle ja nostaa raiteen ennalta määritettyyn korkeuteen muodostaen ratapölkyn alle tyhjän tilan kohdan B mukaisesti. Noston yhteydessä samalla voidaan tehdä haluttu raiteen sivusiirto eli "rekkaus". Tunnisen mukaan raiteen tukemisessa noston minimiarvo on 20 mm ja maksimiarvo 70 mm. Raiteen nosto voi kuitenkin olla kyseisiä arvoja pienempiä tai suurempia. Ratapölkyn alla olevan tyhjäntilan täyttäminen ja raideseppelin uudelleen tiivistyminen tapahtuu kuvan 2 kohdassa C ja D, kun tukemiskoneen tukemishakut työnnetään tukikerrokseen tuettavan ratapölkyn molemmin puolin puristaen raideseppiä tyhjään tilaan, mikä saa raiteen jäämään haluttuun korkeuteen. Puristaminen voidaan tehdä mahdollisesti myös kahdesti peräkkäin, jos tilanne sen vaatii. Puristuksien välissä tukemishakut kuitenkin vedetään pois tukikerroksesta. Tarvittavien puristusten jälkeen tukemishakut vedetään pois tukikerroksesta uudelleen ja siirrytään seuraavalle tuettavalle ratapölkylle (kohta E). (9, s. 18; 10, s. 30.)

Nykyaikaisissa tukemiskoneissa on 1–4 tukemisyksikköä, mikä mahdollistaa useamman pölkyn tuennan yhden noston aikana (11). Tukemiskoneet lajitellaan linjatukemis- ja vaihteentukemiskoneisiin. Linja- ja vaihteentukemiskoneiden erot liittyvät pääasiassa tukemisyksiköihin ja vaihteentukemiskoneen mahdollisuuteen nostaa kiskoja useammasta kuin kahdesta kohdasta. (10, s. 82.)

Suomessa raiteen kunnossapidon organisoinnin helpottamiseksi tukemistavat on jaettu kahteen tuentatapaan, kunnossapitotuentaan ja läpituentaan (10, s. 54). Tuentapoja esitellään luvuissa 2.2.1 ja 2.2.2.

2.2.1 Kunnossapitotuenta

Kunnossapitotuennalla tarkoitetaan radantarkastuksissa havaittujen pistemäisten geometriavirheiden korjaamista. Tyypillisesti tuettavan rataosuuden pituus kunnossapitotuennassa on alle 200 metriä, mutta alue voi olla pidempikin, jos tuettavalla alueella sijaitsee lähekkäin useampia pistemäisiä geometriavirheitä tai tuettava virhe sijoittuu siirtymäkaaren alueelle. (10, s. 54.)

Kunnossapitotuenta tehdään tyypillisesti suhteellisella menetelmällä perustuen tukemiskoneen omaan mittakantaan. Kunnossapitotuenta voidaan tehdä myös tarkkuusmenetelmää käyttäen, kun geometriavirheet sijoittuvat esimerkiksi sillan tai laiturin kohdalle, jolloin tarkkuusvaatimukset ovat suuremmat. (10, s. 54.)

2.2.2 Läpituenta

Läpituennalla käsitetään vähintään 200 metrin mittaisen rataosuuden yhtä jaksoista tukemista. Käytännössä läpituennalla voidaan käsittää, jopa kokonaisten rataosien tukemista kokonaan. Läpituentatavalla tavoitellaan yhtenäisen ja suunnitellun raidegeometrian saavuttamista. (10, s. 54–55.)

Läpituenta tehdään aina tarkkuusmenetelmää käyttäen eli raiteen nosto- ja sivuttaissiirtoarvot on suunniteltu eli ”nuotitettu” ennen tukemistyön aloittamista. Kuitenkin käytännössä läpituenta voidaan tehdä myös suhteellisella menetelmällä, kun nostot ovat hyvin pieniä tai nuotitus on puutteellista. Läpituennassa nostot ovat tyypillisesti 20–50 mm, millä varmistetaan jousto-ominaisuuksien tasalaatuisuus tukikerroksessa. (10, s. 54–55.)

Läpituentaa ei suositella alueilla, joilla tukemisella ei ole vaikutusta keskihajontaindeksiä tai muita indikaattoreita heikentäviin tekijöihin. Alueilla, joilla rataosuudet ovat painuneet keskimääräistä enemmän, rataosuudet nostetaan kunnossapitotuennalla etukäteen ja stabilisoidaan tarvittaessa. Läpituentatarpeen määrittäminen tulee aina perustua yhteen tai useampaan seuraavaan tekijään:

- raidegeometrian vaihtelun aiheuttama tarve tukemistyölle korkean kunnossapitotason radoilla keskihajontaindeksien osoittamana
- rataosalla huomattavasti alkavaa systemaattista virhettä, esimerkiksi kehittyviä kallistusvirheitä kaksiraiteisilla rataosilla
- selkeä tarve muodostaa yhtenäinen geometria rataosalle, esimerkiksi rataosan geometria "vaeltelee" runsasmääräisen suhteellisella menetelmällä tehdyn tukemistyön johdosta
- tarve varmistaa betoniratapölkkyille yhtenäinen tukeutumispinta-ala ja tukikerroksen tasalaatuinen kuormituskäyttäytyminen ratasosan laajuudessa. (10, s. 55.)

Kunnossapitotuenta verrattuna läpituentaan liittyy enemmän eri työvaiheiden suunnittelua ja resurssien käyttöä (10, s. 54).

2.3 Tukikerroksen täydentäminen sepelillä

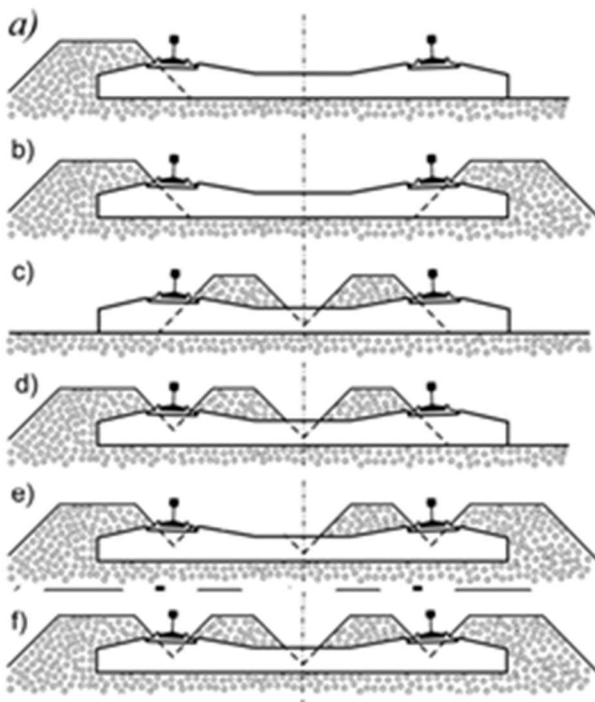
Tukikerroksen poikkileikkauksen vaatimustenmukaisuus on varmistettava ennen tukemistyötä kuin sen jälkeenkin. Yleisesti tukikerrosmateriaalia eli raidesepeliä tulee olla riittävästi raiteen tuentaa varten. Arvioitaessa tukikerrosmateriaalin riittävyyttä tarkastellaan erityisesti, että raiteen keskiosassa tukikerroksen pinta on ratapölkkyjen yläpinnan tasolla ja raiteen sivussa ratapölkkyjen päissä sepeliä on riittävän leveällä. Lisäksi tarkastetaan, että jatkuvakiskoraiteella on oikein muotoiltu palle, joka lisää sivuttaissuuntaista stabiiliutta. (10, s. 75.)

Radan sepelöintitöiden suoritusajankohta määräytyy pääosin raiteelle suunnitellusta nostosta ja raiteen suurimmasta sallitusta nopeudesta. Sepelöintityöt voidaan tehdä ennen tuentaa, jos suunnitellut nostot ovat suurempia kuin 50 mm, tukikerroksessa on jo valmiiksi vajuusta tai raiteen suuri sallittu nopeus on enintään 160 km/h. (10, s. 75–76.)

Raiteen suurimman nopeuden ollessa enintään 160 km/h tukikerroksen sepelöintiä voidaan tehdä samalla kerralla useammalle tukemisalueelle etukäteen. Ennen tuentaa tehtävässä sepelöinnissä tulee ottaa huomioon, että liiallinen sepelöinti peittää ratapölkyt ja hidastaa tuentatyötä. Sepelöintitöitä voidaan tehdä myös tuennan jälkeen lyhyiden kunnossapitotuntojen osalta, jolla varmistetaan tukikerroksen mittojen riittävyys. (10, s. 76.)

Raiteen suurimman sallitun nopeuden ollessa yli 160 km/h sepelöinti on tehtävä samassa työraossa raiteen tuennan ja tukikerroksen muotoilun kanssa. Mikäli tämä ei ole mahdollista, lisätään sepeliä vain tukikerroksen reunoille, josta se on nostettavissa raiteen keskellä oleviin vajaisiin kohtiin tuennan yhteydessä. (10, s. 76.) Tällöin raidesepeliä lisätään kuvan 3 kohdan b mukaisesti.

Kuvassa 3 esitetään Destia Rail Oy:n vaihtoehtoisia sepelöintimenetelmiä, joita voidaan käyttää raiteella sepelöitäessä. Sepelöintimenetelmä määräytyy pääosin radan kunnossapidon ja sepelöintiyksikön ominaisuuksien mukaan.



KUVA 3. Radan sepelöintimenetelmiä (12)

Kuvan 3 kohdan b menetelmää käytetään 1A-kunnossapitotason raiteen sepelöinnissä, kun sepeliyksikössä ei ole sepelihaarjaa. Kunnossapitotason 1 ja sitä alempien kunnossapitotasojen raiteilla sepelöidään yleensä käyttäen menetelmiä e tai f, riippuen vajauksen

suuruudesta tukikerroksessa. Tarvittaessa kuitenkin voidaan käyttää muitakin sepelöinti-menetelmiä. (12.)

Sepelöintityö eli tukikerroksen täydentäminen sepelillä tapahtuu työhön tarkoitetulla se-pelöintiyksiköllä. Sepelöintiyksikkö soveltuu niin raidesepelin raiteeseen levittämiseen kuin sen kuljettamiseen. Sepelöintiyksikköinä käytetään ratakäyttöön tarkoitettuja sepeli-vaunuja, joiden vetävänä kalustoyksikkönä käytetään esimerkiksi vetureita tai rata-kuorma-autoja. Hyvin pienissä kohteissa kuitenkin voidaan käyttää myös normaaleja maansiirtokoneita. Sepelivaunujen määrä riippuu yleisesti tuettavan alueen laajuudesta. Lyhyissä kunnossapitotuennoissa yleensä riittää muutama sepelivaunu, kun taas laajem-missa tuennoissa tarvitaan enemmän. (10, s. 76, 116.)

Suomessa on lukuisia erilaisia kalusto- ja vaunutyyppejä tukikerroksen sepelöintiin, joi-den ominaisuudet vaihtelevat kaluston ominaisuuksista riippuen (10, s. 116). Destia Rail Oy:llä tukikerroksen sepelöintiin käytetään VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunuja (kuva 4). VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunua esitellään lisää luvussa 2.4.

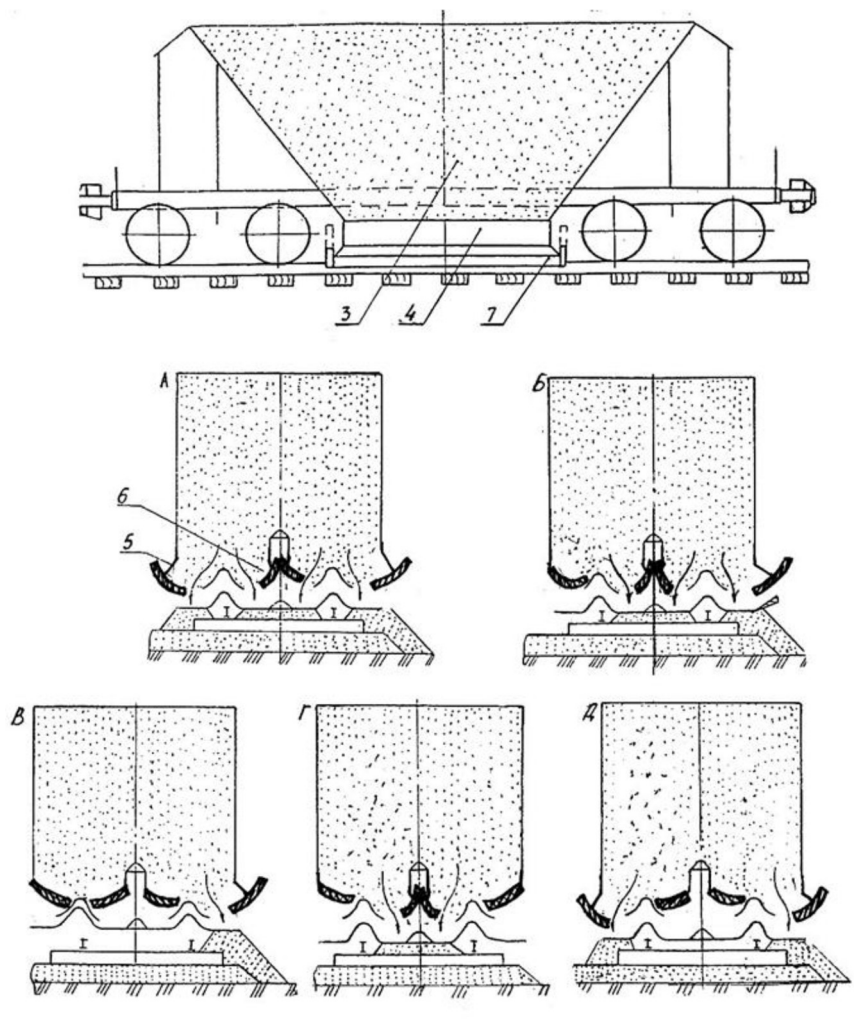


KUVA 4. VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunu (13)

2.4 VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunu

VPM-770-sepelinannosteluvaunun on alun perin valmistanut venäläinen Jaroslavski Vagonremotny Savot vuonna 2009. Suomen rataverkolle sopivaksi vaunun on muuttanut Teräspyörä-Steelwheel Oy vuonna 2016. (14, s. 3, 5.) Luvussa 4.2 kerrotaan lisää vaunulle tehdyistä tarvittavista muutostöistä, jotka mahdollistavat Suomen rataverkolla liikku-
misen ja työskentelyn.

VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunu koostuu kahdesta venäläisestä tyypin 18-100 telistä, rungosta ja rungon päälle asetetusta 41 m³:n sepelisäiliöstä eli ”kuupasta”. Rungon alla sijaitsee kuvan 5 mukainen paineilmatoiminen sepelinannostelulaitteisto, jossa on 4 kpl tyhjennysluukkuja, kaksi raiteen sisäpuolelle ja kaksi ulkopuolelle. (14, s. 3, 5.)



KUVA 5. VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunun sepelinannostelulaitteisto (14, s. 11)

Paineilmatoimisen sepelinannostelulaitteiston ja luukkujen ohjaus tapahtuu vaunun päädyssä olevalta kulkusillalta, jossa sijaitsevat kuvan 6 mukaiset ohjausventtiilit.



KUVA 6. Sepeliannostelulaitteiston ohjausventtiilit (14, s. 9)

Sepelinannostelulaitteiston ohjausventtiileillä pystytään säätämään pudotettavan raidesepelin määrää. Pudotettavan sepelin määrää voidaan myös säädellä sepelinannostelulaitteiston korkeudella. Sepelinannostelulaitteiston korkeutta säädellään vaunun sivuilla olevista säätöasteikoista (kuva 7).



KUVA 7. Sepelinannostelulaitteiston säätöasteikko (14, s. 10)

Kuvan 7 säätöasteikon urassa olevan osoittimen perusteella tiedetään, missä säädössä sepelinannostelulaitteisto on. Osoittimen ollessa asteikon 0-kohdassa sepelinannostelulaitteiston korkeudenrajoitin on kiskonharjan tasalla, kun vaunu on lastattu täyteen. Osoittimen ollessa -15-kohdassa korkeusrajoitin on 15 cm kiskonharjan alapuolella, kun taas osoittimen ollessa +15-kohdassa on korkeusrajoitin 15 cm kiskonharjan yläpuolella. (14, s. 10.)

2.5 Tukikerroksen muotoilu

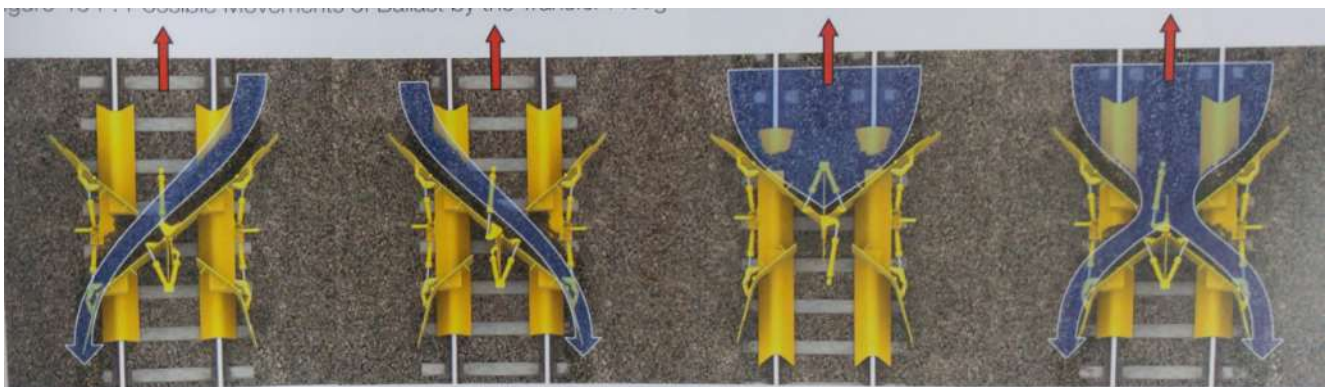
Yleisesti tuennan ja tukikerroksen täydentämisen jälkeen tukikerros viimeistellään muotoilemalla se vaatimusten mukaiseksi. Oikein muotoillulla tukikerroksella varmistetaan raiteen oikea geometrinen asento ja asema. Radan tukikerroksen muotoilu koostuu kahdesta osasta, joista ensimmäinen käsittää sepeliauralla auraamalla tapahtuvan muotoilun ja toinen tukikerroksen yläpinnan harjauksen raiteella olevan päällysrakenneluokan asettamien vaatimusten mukaiseksi. Tukikerroksen muotoilu ja harjaus tehdään samanaikaisesti nykyaikaisilla koneilla. (10, s. 76; 15; 16, s. 16.)

Tukikerroksen muotoilu tapahtuu työhön tarkoitetuilla kuvan 8 mukaisilla sepeliauroilla. Sepeliauroilla pystytään siirtämään raiteella oleva ylimääräinen raidesepeli raiteen sivuun ja muotoilemaan siitä vaatimusten mukainen sivuttaissuuntaista stabiliteettia parantava palle.



KUVA 8. Plasser & Theurer USP 2005 -sepeliaura

Sepeliauroja on kahden eri tyyppisiä, koneen etuosaan sijoitettava yksisuuntainen sepeliaura ja koneen keskiosaan sijoitettava kaksisuuntainen sepeliaura (17, s. 197). Kuvassa 9 esitellään koneen keskiosaan sijoitetun kaksisuuntaisen sepeliauran toimintatapoja. Kaksisuuntaisella sepeliauralla voidaan tehdä palle joko raiteen kummallekin puolelle tai tarvittaessa vain toiselle.



KUVA 9. Koneen keskiosaan sijoitetun sepeliauran toimintatapoja (17, s. 197)

Nykyaikaiset sepeliaurat voivat myös sisältää sepeliharjan tai -harjoja sekä mahdollisesti siilon, jonka avulla ylimääräistä raidesepeliä voidaan kerätä talteen ja tarvittaessa lisätä vajaisiin kohtiin. Kunnossapitotuennoissa tukikerroksen muotoilu voidaan tehdä tukemiskoneen omalla sepeliharjalla aurauksen sijaan silloin, kun nostot ovat pieniä. Työskenneltäessä suurten nopeuksien radalla tai tehtäessä suuria nostoja on tukikerros muotoiltava sepeliauraa käyttäen. (10, s. 76–77.)

3 RAIDESEPELI

Raidesepeli on radan tukikerroksessa käytettävää CE-merkittyä kivimateriaalia, jolle on asetettu laadullisia vaatimuksia geometrisille, fysikaalisille ja säilyvyys ominaisuuksille. Raidesepelin rakeiden pintojen tulee olla 100-prosenttisesti murskaantuneita ja raekoon d/D on oltava 31,5/50 mm tai 31,5/63 mm. (18, s. 2.)

Luvuissa 3.1–3.4 perehdytään raidesepelille asetettujen laatuvaatimusten lisäksi raidesepelin iskunkestävyyden testimenetelmään, Los Angeles -testiin sekä Suomen rataverkolla käytössä olevien raidesepelien käyttöikään ja hienontumiseen.

3.1 Laatuvaatimukset

Raiteen tukikerroksessa käytettävän kivimateriaalin vaatimustenmukaisuus osoitetaan materiaalille tehtävillä alkutestauksilla ja tehtaan sisäisellä laadunvarmistuksella. Raidesepelin alkutestauksesta ja tehtaan sisäisestä laadunvalvonnasta vastaa valmistaja standardin SFS-EN 13450 mukaisesti. Alkutestauksen tulee sisältää raidesepelille kaikki olennaiset testit loppukäytön kannalta (taulukko 1). (18, s. 5.)

TAULUKKO 1. Raidesepelin alkutestauksen testit (18, s. 6)

Ominaisuus	Testimenetelmä	Tulos
Petrografinen kuvaus	SFS-EN 932-3	Soveltuvuus aiottuun käyttöön, rapautumisaste
Raidesepelin raekoko		Nimike d/D
Rakeisuus	SFS-EN 933-1	Rakeisuusluokka
Kiviaineksen raemuoto	SFS-EN 933-4	Muotoarvo SI
Kiintotiheys	SFS-EN 1097- 6 liite B	Kiintotiheys (Mg/m ³)
Iskunkestävyys	SFS-EN 1097-2 ja SFS-EN 13450 liite C	Luokka LA _{RB}
Kuhutuskestävyys	SFS-EN 1097-1 ja SFS-EN 13450 liite E	Luokka M _{DE} RB
Hienoaineksen määrä	SFS-EN 933-1	Luokka
Jäädytys-sulatuskestävyys	Vedenimeytyminen EN 1097-6:2000 liite B ja tarvittaessa SFS-EN 1367-1	Vedenimeytyminen W _{cm} < 0,5 % Tarvittaessa F-arvo
Vaarallisten aineiden vapautuminen *)	Valitaan määritettävän aineen mukaan	Vain, jos on aihetta epäillä vaarallisten aineiden vapautumista

*)Kansalliseen lainsäädäntöön on tulossa vaatimuksia vaarallisten aineiden vapautumista koskien.

3.1.1 Geometriset vaatimukset

Raidesepelin geometriset vaatimukset koostuvat kiviaineksen rakeisuudelle, hienoaineksen määrälle ja muotoarvolle asetetuista ohjearvoista (18, s. 2–3). Kiviaineksen ominaisuudet määrittävät, missä ja minkälaisella rataosalla kyseistä raidesepeliä voidaan käyttää.

Raidesepeli luokitellaan kuuteen eri rakeisuusluokkaan A–F (taulukko 2). Rakeisuusluokat A–C ovat raekooltaan d/D 31,5/50 mm ja D–F -luokat raekooltaan d/D 31,5/63 mm. Suomen rataverkolla käytetään rakeisuusluokkia C, E ja F, jolloin raidesepeliltä vaadittujen rakeisuusarvojen tulee olla kussakin luokassa taulukon 2 mukaiset. (18, s. 2.)

Suomessa käytettävät rakeisuusluokat ja käyttökohteet ovat seuraavat:

1. Luokka F: pääradat
2. Luokka C: kuormaus- ja vaihtotyöalueet
3. Luokka E: uusioraidesepeli, johon lisätty luokan F raidesepeliä
4. Luokka E: vähäliikenteiset radat ja sivuradat, vuotuinen liikennemäärä < 1 Mbrt. (18, s. 2.)

TAULUKKO 2. Raidesepelin rakeisuusluokat (18, s. 2)

Seulan koko mm	Raidesepelin raekoko 31,5...50 mm			Raidesepelin raekoko 31,5...63 mm		
	Läpäisy massaprosentteina					
	Rakeisuusluokka					
	A	B	C	D	E	F
80	100	100	100	100	100	100
63	100	97...100	95...100	97...99	95...99	93...99
50	70...99	70...99	70...99	65...99	55...99	45...70
40	30...65	30...70	25...75	30...65	25...75	15...40
31,5	1...25	1...25	1...25	1...25	1...25	0...7
22,4	0...3	0...3	0...3	0...3	0...3	0...7
31,5...50	≥ 50	≥ 50	≥ 50	-	-	-
31,5...63	-	-	-	≥ 50	≥ 50	≥ 85

HUOM. 1. Seulan 22,4 mm läpäisylle asetetut vaatimuksia sovelletaan vain tuotantopaikalta otetulle raidesepelinäytteelle

HUOM. 2. Tietyissä olosuhteissa 25 mm seulaa voidaan käyttää 22,4 mm seulan sijasta, tällöin raja-arvona käytetään 0...5 (0...7 luokassa F).

Kiviaineksen hienoainemäärän mukaan raidesepeli jaetaan viiteen eri luokkaan A–D (taulukko 3). Hienoaineksen määrä mitataan seulonnessa seulakoko 0,063 mm läpäisseen massan läpäisyprosentin mukaan. Suomessa rataverkolla käytetään hienoaineksen määrä luokkaa B, jolloin hienoaineksen määrä ei saa ylittää luokan arvoa. (18, s. 3.)

TAULUKKO 3. Raidesepelin hienoaineksen määrän luokat (18, s. 3)

Seulan koko mm	Massan läpäisyprosentin enimmäisarvo				
	Hienoaineksen määrän luokka				
	A	B	C	ilmoitettu	D
0,063	0,5	1,0	1,5	> 1,5	Ei vaatimusta

HUOM. Vaatimuksia sovelletaan vain tuotantopaikalta otetuille raidesepelinäytteille.

Raidesepelin muotoarvo määräytyy kiviaineksen raemuodon mukaan. Kiviainekset jaetaan kuuteen eri luokkaan muotoarvojen enimmäisarvojen mukaan (taulukko 4). Muotoarvo ilmoitetaan SI-tunnuksella (Shape Index). Suomessa käytetään muotoarvoluokkaan SI₂₀-raidesepeleä, jolloin sepelissä ei saa olla pitkulaisia rakeita yli 20 %. (18, s. 3.)

TAULUKKO 4. Muotoarvon luokat enimmäisarvoille (18, s. 3)

Muotoarvo	Luokka SI
≤ 10	SI ₁₀
≤ 20	SI ₂₀
≤ 30	SI ₃₀
5...30	SI _{5/30}
> 30	SI _{Ilmoitettu}
Ei vaatimusta	SI _{NR}

3.1.2 Fysikaaliset vaatimukset

Raidesepelin fysikaaliset vaatimukset pohjautuvat kiviaineksen fysikaalisiin ominaisuuksiin ja niiden testaamiseen. Kiviainekselta testataan raidesepeleiltä vaadittavat iskun- ja kulutuskestävyys. Suomessa iskunkestävyyden testausmenetelmänä käytetään Los Angeles -testiä ja kulutuskestävyyden testausmenetelmänä micro-Deval-koetta. (18, s. 4.) Los Angeles -testi esitellään tarkemmin luvussa 3.2.

Suomen rataverkolla raidesepelinä käytetään iskunkestävyydeltään luokkia LA_{RB}12, LA_{RB}16 ja LA_{RB}20. Käytettävä iskunkestävyysluokka valitaan rataosan liikennemäärän mukaan. Iskunkestävyysluokat määräytyvät Los Angeles -testistä saatujen lukujen mukaan seitsemään eri luokkaan (taulukko 5). (18, s. 4.)

TAULUKKO 5. Iskunkestävyyden luokat (18, s. 4)

Los Angeles - luku	Luokka LA_{RB}
≤ 12	$LA_{RB}12$
≤ 14	$LA_{RB}14$
≤ 16	$LA_{RB}16$
≤ 20	$LA_{RB}20$
≤ 24	$LA_{RB}24$
> 60	LA_{RB} Ilmoitettu
Ei vaatimusta	$LA_{RB}NR$

Kulutuskestävyyden luokat jaetaan viiteen eri luokkaan micro-Deval-kokeesta saatujen arvojen mukaan (taulukko 6). Suomessa käytettävän raidesepelin kulutuskestävyyden luokka on $M_{DERB} 11$. (18, s. 4.)

TAULUKKO 6. Kulutuskestävyyden luokat (18, s. 4)

Micro-Deval -arvo	Luokka M_{DERB}
≤ 5	$M_{DE} RB 5$
≤ 7	$M_{DE} RB 7$
≤ 11	$M_{DE} RB 11$
≤ 15	$M_{DE} RB 15$
> 15	$M_{DE} RB$ Ilmoitettu
Ei vaatimusta	$M_{DE} RB NR$

3.1.3 Säilyvyysvaatimukset

Raidesepelin säilyvyysominaisuudet koostuvat kiviaineksen jäädytys-sulatuskestävyydestä ja kiintotiheydestä. Raidesepelin kiintotiheys määritetään ja ilmoitetaan standardin SFS-EN 1097–6:2000 mukaisesti megagrammoina kuutiometrissä (Mg/m^3). Kiviaineksen alttius mahdolliselle jäädytys-sulamisvaurioitumiselle voidaan osoittaa raidesepelin petrografisella tutkimuksella. (18, s. 4–5, 7.)

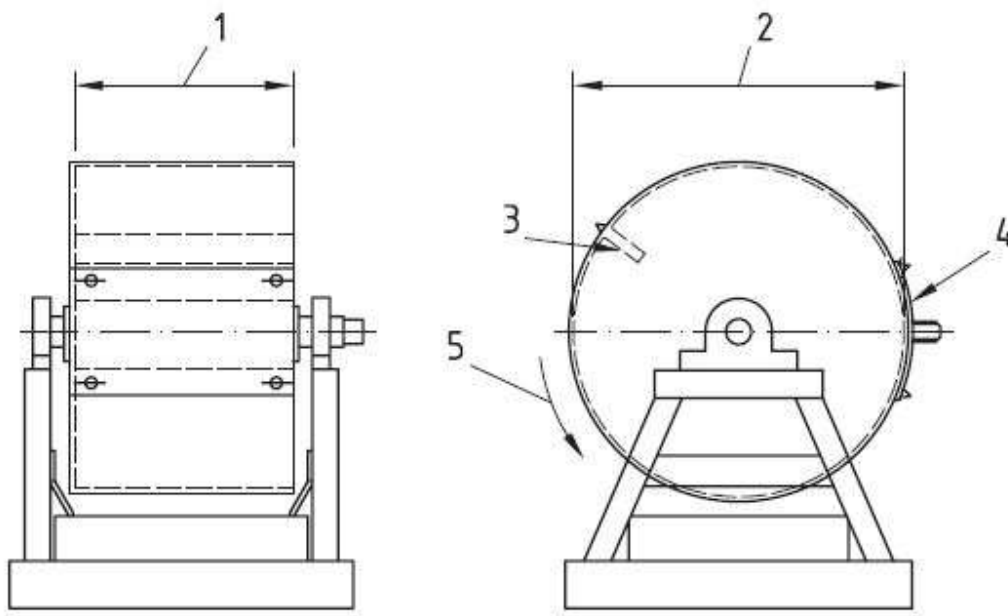
Petrografisen tutkimuksen tuloksen ja analyysin perusteella arvioidaan raidesepelin rakeiden heikkous ja vedenimevyys. Jos tulos ja analyysi osoittavat rakeiden olevan heikkoja tai paljon vettä imeviä, raidesepelille määritetään vedenimeytyminen standardin SFS-EN 1097-6:2000 mukaisesti. Vedenimeytymisen ollessa suurempi kuin 0,5 % raidesepelin jäädytys-sulamiskestävyys tulee osoittaa standardin SFS-EN 1367-1 jäädytys-sulatustestillä. Raidesepelin iskunkestävyysluokan ollessa LA_{RB}20 tulee erityistä huomiota kiinnittää heikkojen rakeiden esiintymiseen ja vedenimeytyvyyteen. (18, s. 5.)

3.2 Los Angeles -testi

Los Angeles -testimenetelmä on laboratoriossa kiviaineksen iskunkestävyyden määrittämiseen kehitetty menetelmä. Los Angeles -testi tehdään standardin SFS-EN 1097-2 mukaisesti standardin EN 932-5 yleisten vaatimuksien täyttävillä laitteilla, ellei toisin ole määritetty. (19, s. 5.)

Los Angeles -testilaitte koostuu seuraavista asioista:

- ontto teräsrumpu (kuva 10) (standardin EN 10025-2:2004 mukaisesta rakenneteräksestä)
 - kuulakuorma
 - 11 kpl teräskuulia
 - kuulan halkaisija 45–49 mm
 - paino 400–445 g, kokonaispaino 4 690–4 860 g
 - pyörittävä moottori (31–33 kierrosta minuutissa)
 - kaukalo (kiviaineksen ja kuulien talteenottoa varten)
 - kierroslaskin (pysäyttää moottorin automaattisesti vaadittujen kierrosten jälkeen).
- (19, s. 6.)



KUVA 10. Los Angeles -testilaitte (19, s. 6)

Seuraavassa selitteet kuvan 10 numeroille:

1. sisäpituus (508 ± 5) mm
2. sisähalkaisija (711 ± 5) mm
3. hylly
4. luukku ja aukko
5. pyörimissuunta. (19, s. 6.)

Los Angeles -testimenetelmää varten laboratorioon toimitetaan kiviainesnäytettä, jossa on oltava vähintään 15 kg 10–14 mm:n raekoon kiveä. Kiviainesnäytteen raekokojakautuman tulee myös täyttää toinen alla olevista vaatimuksista:

1. 12,5 mm:n testiseulan läpäisee 60–70 %
2. 11,2 mm:n testiseulan läpäisee 30–40 %. (19, s. 7.)

Ennen Los Angeles -testin tekemistä laboratoriossa valmistetaan testinäyte itse kokeen suorittamista varten. Testinäyte valmistetaan seulomalla standardin EN 933–2 mukaisilla 10, 11,2 tai 12,5 ja 14 mm:n testiseuloilla erillisten raekokolajitteiden (10–11,2 (12,5) mm: 11,2 (12,5) –14 mm) saamiseksi. Lajitteet pestään kukin erikseen standardin EN 933–1 mukaisesti ja kuivataan vakiomassaan tuuletetulla lämpökaapilla (110 ± 5 °C). Lajitteiden

jäähdyttyä kahdesta erillisestä lajitteesta sekoitetaan muunneltu 10–14 mm:n laboratorionäyte, jonka tulee täyttää yllä olevat 1 tai 2 vaatimukset. Sekoittamalla valmistettu laboratorionäyte jaetaan testinäyte kokoon ($5\,000 \pm 5$ g) standardin EN 932–2 mukaisesti. (19, s. 5, 7.)

Los Angeles -testimenetelmän periaate on yksinkertainen, kiviainesnäytettä pyöritetään ontossa teräsrummussa teräskuulien kanssa. Pyöryksen jälkeen määritetään 1,6 mm:n seulalle jäävä kiviainesmäärä. Ennen itse testin suorittamista tarkistetaan teräsrummun puhtaus, minkä jälkeen voidaan asettaa ensin varovasti teräskuulat rummun sisään ja sen jälkeen itse testinäyte. Seuraavaksi suljetaan teräsrummun luukku ja käynnistetään moottori, joka pyörittää rumpua 500 kierrosta vakionopeudella 31–33 kierrosta minuutissa. Pyöryksen pysähtyttyä kiviaines kaadetaan rummun alla olevaan kaukaloön siten, että rummun aukko on tarkasti kaukalon yläpuolella materiaalihävikin ehkäisemiseksi. Lopuksi rumpu puhdistetaan kaikesta hienoaineksesta, etenkin teräsrummussa olevan hyllyn ympäristö. Näytteen seassa olevat teräskuulat poistetaan varovasti kaukalosta kiviainesarakeita hävittämättä. Testinäytteen kiviaines analysoidaan standardin EN 933-1 mukaisesti pesuseulonnalla käyttäen standardin EN 933–2 mukaista 1,6 mm:n seulaa. Seulalle jäänyt kiviaines määrä kuivataan 110 ± 5 °C:n lämpötilassa, kunnes vakiomassa on saavutettu. (19, s. 7.)

Los Angeles -testimenetelmän tulos esitetään Los Angeles -lukuna, joka lasketaan kaavan 1 mukaisesti (19, s. 8).

$$LA = \frac{5000 - m}{50}$$

KAAVA 1

missä

m = 1,6 mm:n seulalle jäänyt massa grammoina

Los Angeles -testimenetelmällä saadut tiedot testatulle kiviainesnäytteelle kootaan ja ilmoitetaan testiraportilla. Testiraportin tulee sisältää vähintään vahvistus Los Angeles -testin standardin mukaisuudesta, standardin tunnus, näytteen nimi ja alkuperä, raekokolajitteet, joilla testi tehtiin ja Los Angeles -luku. (19, s. 8.)

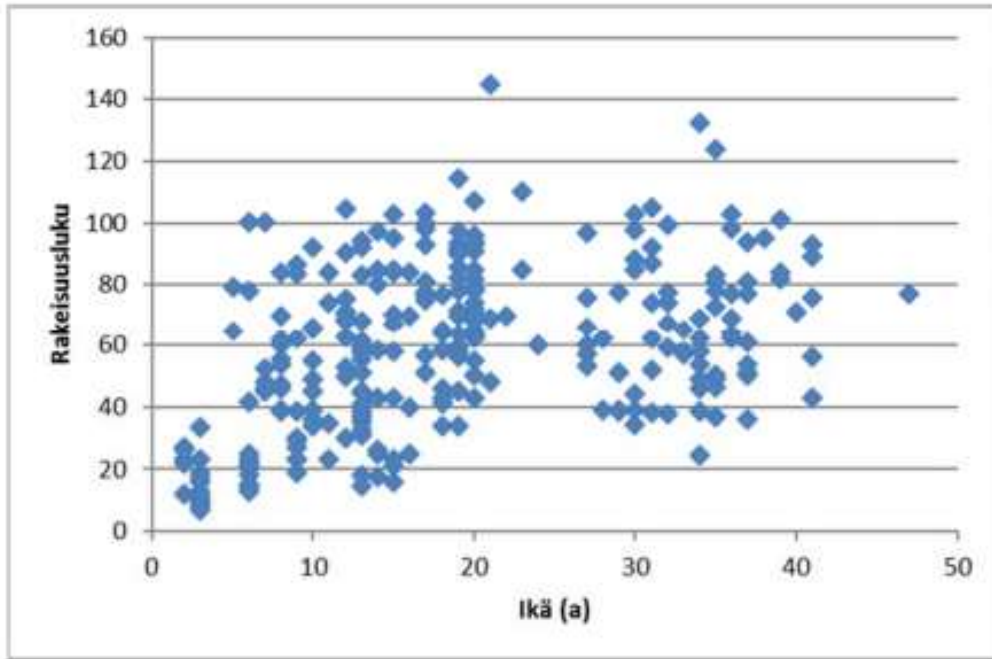
3.3 Raidesepelin käyttöikä

Suomen rataverkolla käytössä olevien sepeleiden ikä vaihtelee paljon. Vanhimmat tukikerroksessa olevat sepelit ovat asennettu jopa 1960-luvulla. Pääradoilla käytettävän R1/R2-luokan (L_{ARB}12, M_{DERB}11) sepele on asennettu pääosin 1990-luvun alun jälkeen, jolloin sepeleiden ikä on enintään 25 vuotta. Luokan R3 (L_{ARB}16, M_{DERB}11) ja R4 (L_{ARB}20, M_{DERB}11) raidesepeleiden ikähaarukka taas alkaa 1960-luvulta ja jatkuu aina nykypäivään. (9, s. 16.)

Sepeliluokka valikoituu eri rataosille liikennemäärän sekä hankinnan elinkaarikustannuksiin perustuvan laskentamallin perusteella. Pääajatuksena kuitenkin on se, että R1/R2-luokan raidesepeleitä käytetään raskaimmin liikennöidyillä rataosilla, missä liikennemäärä on yli 9 milj. brt/v. Tällöin R1/R2-luokan raidesepeleiden käyttöikä tonneissa mitattuna on 350 Mbrt, R3-luokan käyttöikä on 250 Mbrt ja R4-luokan raidesepeleiden käyttöikä on 150 Mbrt. (9, s. 16.)

Raidesepeleiden käyttöikä laskennassa käytettävällä bruttotonnilla tarkoitetaan junan kokonaispainoa, joka muodostuu junan, lastin ja matkustajien yhteenlasketusta painosta. Junan kokonaispaino eli bruttotonni määritetään henkilö- ja tavarajunille erikseen. (20, s. 9.)

Kuvassa 11 esitellään raidesepeleiden käyttöikä tutkimusten tuloksia. Tutkimus perustui raidesepeleiden rakeisuuslukujen määrittämiseen. Kuvasta voidaan havainnoida, että hyvinkin vähän aikaa käytetyt raidesepelit voivat hienontua puhdistusrajalle 88, kun taas yli 30 vuotta tukikerroksessa käytetyn raidesepeleiden hienontuneisuus voi olla erittäin pientä. (9, s. 17–18.)



KUVA 11. Raidesepelin iän ja rakeisuusluvun välinen suhde (9, s. 18)

3.4 Raidesepelin hienontuminen

Raidesepelin hienontumiseen ajan myötä vaikuttaa toistuvan liikennekuormituksen lisäksi tukeminen, jota pidetään yhtenä merkittävämpänä raidesepelin kuntoon ja käyttöikään vaikuttavana tekijänä. Yksi raiteen tukemiskierros vastaa jopa 20 Mbrt:n liikennekuormaa. On myös todettu, että peräkkäiset tukemishakkujen upottamiset hienontavat suurimpia rakeita (40–50 mm) ja runsaasti tuetuilla rataosilla raidesepeli hienonee 20 % enemmän kuin verrattuna vähemmän tuettuihin rataosiin. (9, s. 20–21.)

Tukikerroksen seuranta ja monitorointi ovat haastavia, koska sepelirakenne uutena on jäykkä, jolloin muodonmuutokset ovat pieniä ja pääosin palautuvia. Raidesepelin ikäännyessä sepelin raemuoto kuitenkin muuttuu ja synnyttää hienoainesta. Syntynyt hienoaines lisää tukikerroksessa tapahtuvia muodonmuutoksia ja aiheuttaa näin myös lisäkuormitusta muille päällysrakenteen osille. (9, s. 20.) Kuvasta 12 voidaan huomata, miten raidesepelin hienontumisesta syntyvä hienoaines on sekoittunut muun raidesepelin ja heikentänyt tukikerroksen ominaisuuksia ja sen toimintaa.



KUVA 12. Raidesepelin hienonemista Jakokosken sillalla

Raidesepelin hienontumisen voi etenkin kesäisin kuivaan aikaan huomata jo kaukaa, koska raiteen tukikerroksen pintaan noussut hienoaines kuivuu ja värjää ratapölkyt normaalia vaaleammaksi kuvan 13 mukaisesti.



KUVA 13. Tukikerroksen pintaan noussutta hienoainesta (21)

Vaikka tukikerroksen seuranta ja monitorointi ovat haastavia, voidaan raidesepelin kuntoa seurata ottamalla näytteitä ja tutkimalla näytteiden rakeisuuslukuja. Rakeisuusluku määritetään laskemalla 1, 8 ja 25 mm seulojen läpäisyprosentit yhteen. Mikäli rakeisuusluku ylittää arvon 88, on raidesepelin vaihdettava tai seulottava. Nykyisin on myös esitetty, että sepelin kunnon ja laadun arvioinnissa käytettäisiin 1 ja 8 mm seulojen läpäisyprosentin summaa hienontuneisuutta kuvaavana parametrinä rakeisuusluvun sijaan. P1+P8-parametrin käyttöä perustellaan sen riippumattomuudesta alkuperäiseen raekokojakaumaan. Käyttämällä P1+P8-parametriä rakeisuuslukua 88 vastaava arvo olisi 35. Parametrin arvon ollessa alle 10 olisi raidesepeli erittäin hyvässä kunnossa. European Rail Research Instituten (ERRI) taas käyttää suosituksissaan raidesepelin hienontumisen kuvaamiseen termiä "soiling level", joka on 22,4 mm seulan läpäisyprosentti. European Rail Research Instituten suosituksen mukaan raidesepelin puhdistus tulisi aloittaa, kun seulan läpäisyarvo on 30–40 %:n tasolla. (9, s. 17.)

4 KALUSTON KÄYTTÖÖNOTTO SUOMEN RATAVERKOLLE

4.1 Liikkuvan kaluston käyttöönotto Suomessa

Suomen rataverkolla liikkuvan kaluston eli vetureiden, moottorijunien, vaunujen ja rata-työkoneiden käyttöön ottamiseen tarvitaan Liikenteen turvallisuusviraston eli Trafin myöntämä käyttöönottolupa. Käyttöönottolupa voidaan myöntää Suomessa voimassa olevien lainsäädännön mukaisten vaatimusten täyttävälle liikkuvalla kalustolle. Lainsäädännön vaatimukset perustuvat Euroopan Unionin oikeuden mukaisiin rautatiejärjestelmän yhteentoimivuusvaatimuksiin sekä Liikenteen turvallisuusviraston niihin antamiin täydentäviin tarkempiin määräyksiin. Käyttöönottoluvan myöntämiseksi Liikenteen turvallisuusvirasto pyytää mahdollisten rajoitusten määrittämiseksi Liikennevirastolta lausuntoa kalustotyypin tai -yksikön tiettyjen ominaisuuksien soveltuvuuksista rataverkolle. (22; 23.)

Suomessa käyttöönottoluvan saanut liikkuva kalusto rekisteröidään Trafin ylläpitämään kalustorekisteriin. Liikkuvan kaluston rekisteröintiä haetaan vakimuotoisella rekisteröintilomakkeella. Kalustorekisteriin voidaan myös rekisteröidä Suomen rataverkolla käytettävää kalustoa, joka on saanut muualla Euroopan talousalueella käyttöönottoluvan. Kalustorekisteriin merkitään kalustoyksikkökohtaisesti tiedot muun muassa liikkuvan kaluston omistajasta, kunnossapidosta vastaavasta yksiköstä, sarjatunnuksesta sekä kalustosarjanumerosta. Suomen ja Venäjän välisessä yhdysliikenteessä käytettävästä liikkuvasta kalustosta kalustorekisteriin merkitään omistajan tai vuokraajan tietojen lisäksi kaluston käyttöön liittyvät mahdolliset rajoitukset sekä kaluston huoltosuunnitelmaan liittyvät turvallisuuden kannalta olennaiset tiedot. Muista kalustorekisteriin merkittävistä tiedoista annetaan tarkemmat säännökset valtioneuvoston asetuksella. (22; 23.)

Liikkuvan kaluston käytön hyväksynnästä vastaa Liikenneviraston ratatekninen yksikkö, kun kyse on yksinomaan ratatyössä käytettävästä kalustosta. Mikäli kalustoa jossain vaiheessa käytetään myös junana tai vaihtotyössä, vastaa kaluston hyväksymisestä Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. (22.)

4.2 Venäläisen vaunukaluston rekisteröinti Suomeen

Venäläisen vaunukaluston käyttö Suomen rataverkolla on sallittua Venäjän ja Suomen yhdysliikenteessä, jolloin vaunujen purku- tai lastauspaikan tulee olla Venäjän puolella.

Venäläisen vaunukaluston rekisteröinti suomalaiseksi kuitenkin edellyttää vaunuun muutoksia, jotta se täyttäisi Suomen lainsäädännön mukaiset vaatimukset. (24.)

Erona suomalaisiin tai eurooppalaisiin vaunuihin venäläisissä vaunuissa on kapeammat pyörät, erilainen jarrujärjestelmä ja muutenkin vaunut on rakenteeltaan valmistettu GOST-standardien mukaisesti. Lisäksi Venäjällä on 4 mm kapeampi raideleveys kuin Suomen rataverkolla. Eroista huolimatta venäläiset vaunut toimivat Suomen rataverkolla suomalaisen veturin vetämänä. Venäläisille vaunuille on kuitenkin asetettu pääsääntöisesti alhaisemmat nopeusrajoitukset kuin kotimaisille vaunuille johtuen vaunujen huonommista kulkuominaisuuksista. (24.)

Luvussa 2.4 esiteltujen Destia Rail Oy:n sepelinannosteluvaunujen rekisteröinti Suomeen oli monivivahteinen ja iso projekti. Ennen rekisteröintiä VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunuja käytettiin monta vuotta vain ratatyömaa-alueilla, joissa kalustolle ei ole niin suuria vaatimuksia. Tällöin sepeliannosteluvaunujen siirto työmaalta toiselle onnistui vain maanteitä pitkin lavetilla tai raiteita pitkin ratatyönä. Ratatyönä siirrettäessä siirtoajo vaati radan olemaan suljettuna muulta liikennöinniltä. Sepeliannosteluvaunujen rekisteröiminen Suomeen niin sanotuiksi normaaleiksi vaunuiksi mahdollistaisi sen, että vaunuilla voitaisiin liikennöidä ratatyömaiden välillä raiteita pitkin junana. Tämä kuitenkin edellytti käyttöönottoluvan saamista. Käyttöönottoluvan saaminen ja rekisteröinti onnistuivat Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin ja Liikenneviraston antamien ehtojen perusteella. (24.)

Viranomaisten asettamien ehtojen täyttymiseksi tärkein muutos oli vaunujen venäläisten pyöräkertojen eli pyörien ja akselien vaihtaminen EN-standardien mukaisiksi. Pyöräkerrat vaihdettiin BONATRANS a.s. pyöriin, jotka ovat profiililtaan UIC/ORE S1002. Vaihdetut pyöräkerrat ovat Ratateknisten ohjeiden osan 21, liikkuvan kaluston ohjeiden ja vaatimusten mukaiset ja kelpaavat Suomen rataverkolle. Muutoksia tehtiin viranomaisten suosituksesta myös vaunujen jarrujen ohjaukseen sekä työturvallisuuteen. Viranomaisten suosituksesta vaunuihin vaihdettiin jarruja ohjaava toimintaventtiili länsimaiseksi, jolloin vaunut jarruttavat samalla tavalla kuin niihin mahdollisesti kytkettävät kotimaiset vaunut. Ehtojen täyttymiseksi työturvallisuutta parannettiin korottamalla vaunujen kaiteita EN-standardien mukaiseksi sekä lisäämällä EN-standardien mukaiset potkulistat kaiteiden alaosaan. Lisäksi sepelinannosteluvaunujen portaiden nousutukia jouduttiin paranta-

maan sekä työtasoksi alun perin tarkoitettuja portaita poistamaan. Sepelinannosteluvaunujen GOST-standardien mukainen korirakenne pystyttiin sivuuttamaan rekisteröimällä vaunut erikoistyövaunuiksi, jolloin VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunut ovat riittävän kestäviä suunniteltuun käyttöön. (14, s. 5; 24; 25.)

Venäläisten sepelinannosteluvaunujen soveltuvuus Suomen rataverkolle muutosten, parannusten ja ehtojen täyttymisen jälkeen testattiin ja tarkastettiin samalla laajuudella kuin muutkin uudet Suomeen tulevat ratatyökoneet. Testien ja Liikenneviraston lausunnon perusteella venäläisten sepelinannosteluvaunut rekisteröitiin kotimaisiksi vaunuiksi asettaen vaunujen suurimmaksi sallituksi nopeudeksi 80 km/h. (25.)

5 TUKIKERROKSEN SEPELÖINTI

Destia Rail Oy:llä raiteen tukikerroksen sepelöintitavat voidaan karkeasti jakaa kunnossapitosepelöintiin ja niin sanottuun tyhjän radan sepelöintiin. Kunnossapitosepelöinti on yksi radan kunnossapidon osa-alue, jossa radalla esiintyvä raidesepelistä vajaa alue täydennetään sepelillä tuentaa ja muotoilua varten.

Tyhjän radan sepelöinnissä raiteelle tehdään tukikerros täysin kokonaan uudesta raidesepelistä. Tyhjän radan sepelöintiä esiintyy yleensä radan perusparantamisessa ja täysin uutta rataa rakentaessa.

5.1 Kunnossapitosepelöinti

Kunnossapitosepelöintiä tehdään Destia Rail Oy:n luvussa 2.4 VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunuilla pääosin ”laatikko ylhäällä” -asetuksilla eli sepelinannostelulaitteisto eli laatikko on säädetty kohtaan +15, jolloin korkeudenrajoitin on 15 cm kiskonharjan yläpuolella. Kunnossapitosepelöintiä tehdään myös ”laatikko alhaalla” -asetuksilla, silloin sepelinannostelulaitteisto on säädetty asteikon mukaan 0– (-15). ”Laatikko alhaalla” tehtäessä sepelinannostelulaitteiston säätöihin vaikuttaa radan tukikerroksen tarve lisäsepelille. Jos tarve lisäsepelille on suuri, säädetään sepelinannostelulaitteisto säätöasteikon mukaan korkeammalle kuin silloin, kun tarve sepelille on pienempi.

Periaate ”laatikko ylhäällä” ja ”laatikko alhaalla” -sepelöinnissä on sama. Sepelinannosteluvaunuista pudotettavaa raidesepelin määrää säädellään työtasoilta kuvan 6 mukaisilla ohjausventtiileillä, joilla ohjataan luukkujen toimintaa. Sepelöitäessä ”laatikko ylhäällä” sepelöintiyksikkö pysähtyy aluksi tarpeeksi kauas aloituspaikasta, jossa miehistön jäsenet siirtyvät sepelinannosteluvaunuihin ja poistavat sepelinannostelulaitteiston lukitusketjut. Sepelöinti aloitetaan laskemalla sepelinannostelulaitteisto työkorkeuteen ja tuentasuunnitelmassa ilmoitetussa aloituskohdassa avataan ilmoitettu määrä luukkuja, kun sepelöintiyksikkö saavuttaa 15–18 km/h nopeuden. Pudotettavan raidesepelin määrää tarkkaillaan pääosin tähystäjän tai kuljettajan toimesta, joiden näkemyksen mukaan luukkuja joko hieman suljetaan tai avataan lisää. Mikäli sepelinannosteluvaunu alkaa tyhjentymään ennen kuin sepelöitävä kohde on loppunut, ohjeistaa tyhjentyvän sepelinannosteluvaunun miehistön jäsen seuraavassa sepelinannosteluvaunussa olevaan jäsentä. Sepelöitävän kohteen loputtua luukut suljetaan ja siirrytään seuraavaan kohteeseen, jos

työraossa riittää aikaa. Lisäksi sepelinannostelulaitteisto nostetaan takaisin kuljetuskorkeuteen ja lukitaan ketjuin, jos siirryttävä matka on pidempi, tai sepelöinti lopetetaan siltä osin.

Sepelöitäessä "laatikko alhaalla" sepelöintiyksikkö ajetaan sepelöitävälle paikan aloituskohtaan, jossa sepelöivä sepelinannosteluvaunu kohdistetaan oikeaan paikkaan ja poistetaan sepelinannostelulaitteiston lukitusketjut. Seuraavaksi sepelinannosteluvaunun sepelinannostelulaitteiston korkeus säädetään oikeaan korkeuteen, jos sitä ei ole vielä säädetty. Tämän jälkeen sepelinannostelulaitteisto lasketaan työkorkeuteen, jonka jälkeen avataan ilmoitetut luukut ja lasketaan laatikko täyteen raidesepeliä kuvan 14 mukaisesti.



KUVA 14. "Laatikko alhaalla" -sepelöintiä

Laatikon ollessa täynnä sepelöintiyksikkö lähtee liikkeelle ja etenee niin kauan, kunnes sepelöitävä alue loppuu tai sepelinannosteluvaunu tyhjenee. Mikäli sepelinannosteluvaunu tyhjenee ennen alueen loppumista, pysähdytään ja jatketaan täydestä vaunusta,

jos työraon pituus riittää. "Laatikko alhaalla" -sepelöinnin jälkeen sepelinannostelulaitteisto nostetaan kuljetuskorkeuteen ja lukitaan ketjuin, minkä jälkeen laatikon päälliset puhdistetaan sinne jääneistä raidesepeleistä kuvan 15 mukaisesti.



KUVA 15. Sepelinannostelulaitteiston päällisten puhdistamista

Kunnossapitosepelöintiä tehdään pääosin rataverkolla liikennöivien tavarajunien aikataulujen ehdoilla, mutta myös ennalta varattuja liikennekatkoja käytetään kunnossapitosepelöinnissä hyväksi. Koska kunnossapitosepelöintiä tehdään muun rataliikenteen aikataulun ehdoilla, mahdollistaa "laatikko ylhäällä" -sepelöinnin korkeampi nopeus tukikerroksen sepelöinnin lyhyenkin työraon aikana. "Laatikko alhaalla" -sepelöinnissä eteneminen ja työskentely ovat paljon hitaampia, jolloin työraon pituuden on oltava paljon pidempi kuin mitä vaaditaan "laatikko ylhäällä" -sepelöinnille.

Runsas liikenteisillä rataosilla työraot ovat usein lyhyitä ja hankalasti saatavissa, jolloin tukikerroksen sepelöinti onnistuu yleensä toisiaan tai liikennepaikkoja lähellä oleville sepelöintipaikoille. Lyhyissä esimerkiksi 0,5–1 tunnin työraoissa täytyy ottaa huomioon, että tukikerroksen sepelöimisen jälkeen täytyy aikaa jäädä myös muun junaliikenteen väistämiseen. Väistäminen onnistuu siirtymällä joko seuraavalle tai palaamalla takaisin edeltä-

välle liikennepaikalle, josta sepelinannosteluvaunut lastataan. Tällöin työrajojen sepelöintiajan tehon maksimoimiseksi on tärkeää, ettei sepelöintiaikaa käytetä lastaukseen. Liikennepaikalla tapahtuva lastaus täytyy olla nopeaa. Nopea lastaus varmistetaan sijoittamalla raidesepelikasat lähelle raidetta ja käyttämällä vähintään 12 tonnista pyöräkuormaaja. Kevyemmin liikennöidyillä rataosilla työraot ovat esimerkiksi jopa 1,5–10 tunnin pituisia ja niitä on helpommin saatavilla. Pidempi työrajo mahdollistaa pidemmän alueen tai kaukana toisistaan olevien sepelöintialueiden sepelöimisen yhdellä kertaa.

Lyhyissä työrajoissa tukikerroksen sepelöinti tehdään ”laatikko ylhäällä”, koska ”laatikko alhaalla” -sepelöinti kestää sepelinannosteluvaunun säätämisineen ja pudistuksineen noin 5 minuuttia. ”Laatikko ylhäällä” -sepelöinti kestää keskimäärin noin 1 minuutin vaunua kohden, jolloin tällä laskumenetelmällä yhden ”laatikko alhaalla” -sepelöinnin aikana ehtii sepelöimään teoriassa viidellä sepelinannosteluvaunulla ”laatikko ylhäällä” -asetuksilla. Esimerkiksi rataosalla 1805 Iisalmi–(Kuopio) sepelöitiin 1,5 tunnin työraon aikana viidellä sepelinannosteluvaunulla kilometriväli 514+200 – 517+100 ”laatikko ylhäällä” -asetuksilla. Tämä tarkoittaa, että tukikerrosta sepelöitiin 350 tonnin edestä 2 900 rd-m matkalta, jolloin yksi sepelinannosteluvaunu riitti keskimäärin 580 rd-m matkalle. Tämä kuitenkin vaatii, että sepelöitävä alue on yhtäjaksoista. Joissakin tilanteissa raidesepeliä riittää myös pidemmälle matkalle, mutta tämä riippuu täysin pudotettavan kiven määrästä sekä raiteen tukikerroksen raidesepelin vajavuudesta. Laskennallinen keskiarvo raidesepelin kulutukselle on 100–120 tonnia raidekilometrille.

Pidemmissä työrajoissa tukikerroksen sepelöinti onnistuu paljon laajemmalla alueella oleville sepelöintipaikoille. Esimerkiksi rataosalla 2204 (Rovaniemi)–(Kemijärvi)–Patokangas sepelöitiin 5 tunnin työraon aikana noin 10 rd-km matkalla olevia sepelöintipaikkoja. Työraon aikana sepelöitiin yhteensä noin 6 850 rd-m, johon kului 700 tonnia raidesepeliä. Työrakoon sisältyi myös sepelinannosteluvaunujen lastausta, joka vähensi sepelöintiaikaa noin tunnilla.

5.2 Tyhjän radan sepelöinti

Radan perusparantamisessa tai uuden radan rakentamisessa raiteen tukikerros tehdään ja sepelöidään täysin alusta kuvan 16 mukaisesti. Tällöin alustana on aluksi vain ratapöl-

kyt ja ratakiskot, jotka eivät muodosta tarpeeksi tukevaa alustaa ”laatikko ylhäällä” -sepelöinnin vaatimalle 15–18 km/h nopeudelle. Tästä johtuen tyhjän radan sepelöintiä tehdään kunnossapitosepelöinnistä poiketen vain ”laatikko alhaalla”.



KUVA 16. Tyhjän radan sepelöintiä ”laatikko alhaalla”

Tyhjän radan sepelöinnissä sepelinannostelulaitteiston korkeutta säädellään 0 ja -15 välillä tarvittavan sepelimäärän mukaan. Sepelinannostelulaitteiston korkeus säädetään tilanteen mukaan siten, että raidesepeliä ei jää liian vähän tulevaa raiteen nostoa varten, mutta ei myöskään liikaa. Tarve raidesepelille on tukikerroksen uudelleen rakentamisen alussa suuri, koska raiteelle tehtävät nostotkin ovat suuria. Tällöin myös pudotettavan raidesepelin määrä voi olla silloin runsaampaa. Hyvänä sääntönä on, ettei sepelinannostelulaitteistoa säädetä niin ylös, että raidesepeli yltää yli kiskopinnan korkeuden. Tämä vaikeuttaisi esimerkiksi tukemiskoneen liikkumista ja työskentelyä raiteella. Tukikerroksen rakentamisen edetessä raidesepelin tarve vähenee, koska raiteen nostot pienenevät. Loppuvaiheessa on hyvä kiinnittää huomiota sepelinannostelulaitteiston korkeuteen ja pudotettavan sepelin määrään, jotta raidesepelin tuhlaamiselta vältyttäisiin.

Tyhjän radan sepelöinti ”laatikko alhaalla” tehdään samalla tavalla kuin kunnossapitosepelöinnissä. Tyhjän radan sepelöinti aloitetaan luonnollisesti siitä kohtaa, mistä rai-

desepelistä tyhjä rata alkaa. Töiden edetessä sepelöintiä jatketaan siitä, mistä raidesepe-
listä vajaa kohta alkaa, tai siitä, mihin edellisellä sepelöinti kerralla raidesepe-
listä vajaa kohdat syntyvät raiteelle tehtävästä nostosta, jota tehdään samanaikaisesti sepe-
löimisen ohessa. Mikäli sepelöitävää aluetta ei ole, odotetaan uuden tukikerroksettoman
radan valmistumista. Radan perusparantamisessa tukikerroksen sepelöinti loppuu joko
vaunun tyhjentymiseen tai siihen, että uusi tukikerrokseton parannettu rata yhdistyy van-
haan parantamattomaan rataan työraon loppumisen takia.

Ratojen yhdistyminen sepelöidään joko vetäen tai työntäen. Vetäen tehtävässä lopetuk-
sessa sepelöivä sepelinannosteluvaunu kohdistetaan yhdistymiskohtaan, josta sepelöi-
dään jo sepelöidylle radalle asti. Työntämällä lopettamisessa sepelöintiä taas jatketaan
kohdasta, johon edellisellä kerralla raidesepe-
listä vajaa kohdat syntyvät raiteelle tehtävästä nostosta, jota tehdään samanaikaisesti sepe-
löimisen ohessa. Mikäli sepelinannosteluvaunu ei kerkeä tyhjentymään ennen lopetusta, suljetaan
luukut noin 5–10 m ennen ratojen yhdistymistä, jotta laatikko tyhjenee lopetettavaan koh-
taan. Jos laatikkoon kuitenkin jää raidesepe-
listä vajaa kohdat syntyvät raiteelle tehtävästä nostosta, jota tehdään samanaikaisesti sepe-
löimisen ohessa. Mikäli sepelöitävää aluetta ei ole, odotetaan uuden tukikerroksettoman
radan valmistumista. Radan perusparantamisessa tukikerroksen sepelöinti loppuu joko
vaunun tyhjentymiseen tai siihen, että uusi tukikerrokseton parannettu rata yhdistyy van-
haan parantamattomaan rataan työraon loppumisen takia.

Tyhjän radan sepelöintiä tehdään pääosin perusparannusten osalta ennalta varattujen
liikennekatkojen aikana. Täysin uutta rataa rakentaessa tyhjän radan sepelöintiä voidaan
kuitenkin tehdä täysin muulta liikenteeltä suljetulla radalla. Ennalta varattujen liikennekat-
kojen pituus on 8–12 tuntia, joka mahdollistaa yhtäjaksoisen tukikerroksen sepelöimisen
ja sepelinannosteluvaunujen lastauksen työraon aikana. Esimerkiksi PRU4:lla Oulu–Kon-
tiomäki-rataosuuden perusparannuksessa 8–12 tunnin liikennekatkon aikana rataa pe-
rusparannettiin keskimäärin 400–600 rd-m matkalta.

PRU4:lla täysin tyhjää rataa sepelöitäessä yksi sepelinannosteluvaunu riitti 40–60 rd-m
matkalle, jolloin viiden sepelinannosteluvaunun sepelöintiyksiköllä pystyttiin sepelöimään
kerran 200–300 rd-m. Koska tukikerros täytyi sepelöidä vähintään kahteen kertaan ennen
kuin raiteelle voitiin päästää muuta raideliikennettä, jouduttiin sepelöintien välissä käy-
mään ainakin neljä kertaa lastaamassa ennen kuin 400–600 rd-m matka oli sepelöity
kahteen kertaan. 400–600 rd-m sepelöiminen kahteen kertaan lastauksineen ja raiteen
nostoineen kesti 4–6 tuntia, joka oli puolet työraossa käytettävästä ajasta.

5.3 Sepelöinnissä varottavat asiat

Valtion rataverkolla turvallisen työskentelyn ja liikkumisen turvaamiseksi sepelöinti on hyvä tehdä tarkkaavaisesti rajoituksia ja ohjeita noudattaen. Lisäksi täytyy myös ottaa huomioon muut radan lähettävillä ja radalla esiintyvät asiat, kuten ulkopuolinen liikenne ja radalla olevat laitteistot. Etenkin kunnossapitosepelöinnissä varottavien kohteiden tunnistaminen, tietäminen ja ennakoiminen korostuvat, kun työskentely tapahtuu suuremmalla nopeudella ja tiukemmissa työraoissa kuin tyhjän radan sepelöinnissä.

Tyhjän radan sepelöinnissä raiteelle asetetun nopeusrajoituksen noudattaminen ja raiteen geometrisen aseman ja asennon huomioiminen korostuvat, kun raidetta tukevaa tukikerrosta ei vielä ole. Liian suuri nopeus ja epätasaisuuksien huomioimatta jättäminen voivat mahdollisesti johtaa työtekijöiden turvallisuuden vaarantamiseen ja kuvan 17 mukaisesti sepelinannosteluvaunun radalta suistumiseen.



KUVA 17. Sepelinannosteluvaunun raiteelta suistuminen

Rataosille asetettujen nopeusrajoitusten huomioiminen tukikerroksen sepelöinnissä on tärkeää muun rataverkolla tapahtuvan liikennöinnin kannalta. Kun rataosan nopeusrajoitus on yli 160 km/h, on tukikerroksen sepelöinti tehtävä vain raiteen ulkopuolelle. Yli 160 km/h radalla raiteen keskelle pudotettu raidesepeli nousee liikennöivän kaluston nopeudesta aiheutuvasta nosteesta ilmaan. Vaarana ilmaan nousevassa raidesepelissä on,

että se voi mahdollisesti iskeytyä kaluston pohjaan ja aiheuttaa vaurioita kaluston pohjassa oleviin laitteistoihin ja tekniikkaan.

Nopeusrajoitusten lisäksi rataverkolla huomioitaviin asioihin kuuluvat sillat, vaihteet sekä tasoristeykset. Rataverkolla olevien siltojen, tasoristeysten ja vaihteiden kohdalla sepe-
löinti tulee lopettaa niiden ylityksen ajaksi. Siltojen ja erityisesti maanteitä ylittävien silto-
jen kohdalla erityistä huomiota kannattaa kiinnittää vaunujen sepelinannostelulaitteisto-
jen ja työtasojen päällisten puhtauteen. Työtasoille ja sepelinannostelulaitteistojen päälle
jääneet raidesepelet voivat pahimmassa tapauksessa lentää kaluston liikkeessä siltojen
kohdalla alla kulkeviin autoihin tai henkilöihin aiheuttaen omaisuusvahinkoja kuvan 18
mukaisesti.



KUVA 18. Raidesepelein aiheuttama tuulilasin rikkoutuminen

Vaihteiden kohdalla raidesepele voi jossain tapauksessa jäädä vaihteiden kielien väliin ja estää vaihteiden kääntymisen sekä oikeanlaisen toiminnan. Tasoristeysten kohdalla taas

tasoristeyksen päälle lentävät ja pudotettavat kivet voivat jäädä jumiin laippauraan tai kasoiksi tasoristeyksen kannen päälle muun liikenteen haitaksi. Lisäksi tasoristeysten kohdalla tulee huomioida sepelöivän vaunun sepelinannostelulaitteiston säädön korkeus. Mikäli tukikerroksen sepelöintiä tehdään ”laatikko alhaalla”, on sepelinannostelulaitteiston osumista tasoristeyksiin tai muihin radan laitteisiin varottava.

Rataverkolla sepelöidessä tarkkaavaisuutta ohjeiden ja rajoitusten noudattamisessa, sitä suositellaan noudatettavaksi myös työlistojen lukemisessa. Työlistoilla kerrotaan sepelöinnin tarpeessa olevat paikat rataosan omaisuusnumerolla sekä ratakilometreillä. Jopa yhden rataosan numeron virhe voi johtaa sepelöivän ryhmän toiselle ja väärälle rataosalle, jolloin pahimmassa tapauksessa satoja tonneja raidesepeliä voidaan turhaan pudottaa väärälle ja sitä tarvitsemattomalle rataosalle. Vaikka kyse olisi puhtaasta vahingosta, on työlistojen väärin lukemista ja väärälle rataosalle menemistä varottava.

5.4 Sepelöinnin kohdistus

Oikea-aikainen kohdistus on tukikerroksen sepelöinnin aloittamisessa ja lopettamisessa avainroolissa. Sepelöinnin oikea-aikaisella kohdistamisella pyritään saamaan raidesepelit juuri sitä tarvitseville paikoille ja välttämään turhien paikkojen sepelöimistä.

Kohdistaminen tapahtuu pääosin sepelöintiyksikön kuljettajan tai tähystäjän toimesta, riippuen siitä kumpaan suuntaan työskennellään. Kuljettaja ja tähystäjä kohdistavat sepelöinnit työlistoissa annettujen ratakilometrien mukaan ja käyttävät kohdistamisessa apunaan ratakilometritolppia. Kohdistamisessa voidaan myös hyödyntää sähköratatolppien numeroita, joissa on jokaisen oma ratakilometri ja metri lukema. Välillä kuitenkin joudutaan silmämääräisesti arvioimaan sepelöinnin aloitus- tai lopetuspaikka, jos paikka osuu esimerkiksi kilometri- tai sähköratatolppien väliin. Tällöin epätarkkuus sepelöinnin oikea-aikaisuudelle kasvaa.

Kohdistaminen sekä sen epätarkkuus korostuvat etenkin pitkässä sepelöintiyksikössä, jossa yksikön pituus saattaa olla satojakin metrejä, kun sepelinannosteluvaunuja on monia. Sepelöinnin aloituksen ja lopetuksen kohdistaminen hankaloituvat huomattavasti, kun esimerkiksi sepelöinti tapahtuu työskentelysuuntaan katsottuna keskimmaisista tai viimeisistä sepelinannosteluvaunuista. Tällöin kuljettaja tai tähystäjä joutuvat arvioimaan

esimerkiksi peilien avulla sen, milloin sepelöivä sepelinannosteluvaunu osuu aloitukseen tai lopetukseen.

Ratkaisuna kohdistamisen hankaluuden helpottamiseksi pitkässä sepelöintiyksikössä on, että kuljettaja kertoo sepelöinnin aloitus- tai lopetuspaikan miehistön jäsenelle, joka on kyydissä toisessa sepelinannosteluvaunussa ja pystyy näin ollen näkemään ja suuntaamaan sepelöinnin aloituksen tai lopetuksen tarkemmin. Mikäli tukikerroksen sepelöinti tehdään ”laatikko alhaalla”, tapahtuu aloituksen kohdistaminen miehistön jäsenen toimesta jo valmiiksi ratkaisun kaltaisesti, koska tällöin sepelöinnin aloitus aloitetaan yleensä pysähdyksestä eikä vauhdista niin kuin ”laatikko ylhäällä”.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli ohjeistaa Destia Rail Oy:n VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunujen käyttöä tukikerroksen kunnossapitosepelöinnissä ja tyhjän radan sepelöinnissä. Työn teoriaosassa keskityttiin raiteen tukikerroksen kunnossapitämisen työvaiheisiin sekä siellä käytettävään kalustoon, raidesepelin eri ominaisuuksiin ja laatuvaatimuksiin sekä rataverkolla liikkuvaan kaluston käyttöönottamiseen. Opinnäytetyön teoriaosiossa selvitettiin myös, miten Destia Rail Oy:llä tukikerroksen sepelöimiseen käytettävien venäläisten VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunujen käyttöönotto mahdollistui Suomen rataverkolle.

Opinnäytetyön tutkimusosassa tukikerroksen sepelöimisen ohjeistaminen VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunuilla perustuu saamaani opetukseen alan ammattilaisilta ja kokeemukseen, jonka sain työskennellessäni tukikerroksen sepelöinnissä kyseisillä sepelinannosteluvaunuilla ympäri Suomea. Tutkimusosassa käytettiin apuna myös videointeja sekä suoriteilmoituksia tukikerroksen sepelöinnistä vuoden 2017 ajalta.

Opinnäytetyön ohjauspalaverien yhteydessä Destia Rail Oy:n toimistolla käytyjen keskustelujen perusteella huomiottiin, että raiteen tukikerroksen sepelöimisessä sekä kaluston kunnan seuraamisessa on tietyissä asioissa vielä joitakin puutteita ja kehittämistä. Huomiota kiinnittivät yleisesti sepelöintiyksikön kuljettajan ja tähystäjän tietämys sepelöitävän kohteen ominaisuuksista. Sepelöintiyksikön kuljettajan ja tähystäjän olisi hyvä tietää sepelöitäville kohteille tehtävän raiteen noston määrä ja osata siten suhteuttaa tarvittava raidesepelin määrä noston määrään. Raidesepelin määrän suhteuttamisella raiteen noston määrään pystytään karsimaan raidesepelin tuhlaamista sekä ylimääräisiä sepelöintikertoja. Raidesepelin tuhlaamista voidaan myös välttää kuljettajan ja tähystäjän tietämyksellä rataosan ominaisuuksista. Rataosan ominaisuudet tietämällä kuljettaja ja tähystäjä tietävät, miten ja mihin raidesepeliä voidaan sillä rataosalla pudottaa.

Kehittämiskohteena tukikerroksen sepelöinnissä nousi esille sepelöinti ja raidesepelin määrä ennen ja jälkeen siltoja ja tasoristeyksiä. Sepelöintikohteessa, jossa on etukäteen tieto kohteessa olevista silloista tai tasoristeyksistä, olisi silloin suotavaa mukauttaa myös sepelöintitapa kohteen mukaiseksi. Ongelmana on, että siltojen ja tasoristeysten päädyt jäävät tiukoissa työraoissa raidesepelistä vajaaksi, kun kunnossapitosepelointiä tehdään

"laatikko ylhäällä" -asetuksilla. Tällöin päätyjen tuenta hankaloituu, kun raidesepeliä ei ole riittävästi. "Laatikko alhaalla" -sepelöinnissä siltojen ja tasoristeysten päädyt pystytään sepelöimään tarkasti, jolloin kyseistä ongelmaa ei ole. Ratkaisuna tiukoissa työraoissa "laatikko ylhäällä" -sepelöimiseen siltojen ja tasoristeysten kohdalla on, että sepelinannosteluvaunujen luokkuja avataan hieman enemmän ennen ja jälkeen päätyjen, jolloin tukemiskone pystyy täyttämään ylimääräisen raidesepelin avulla päätyjen läheisyydessä olevat vajaat kohdat.

Ohjauspalaverien yhteydessä käydyissä keskusteluissa havaittiin puutteita sepelöintikaluston kunnan sekä vikojen korjauksien seurannassa. Keskusteluissa todettiin, että tarvittaisiin jonkinlainen yhtiön sisäinen kalustonhallintajärjestelmä, johon voisi kirjata vauvakohtaiset puutteet sekä viat. Kalustonhallintajärjestelmästä voisi näin seurata talvikaudella, jolloin kalustoa huolletaan, mitä pitää korjata ja mitä on jo korjattu. Kalustonhallintajärjestelmän avulla pystyttäisiin saamaan kalusto työkuntoon ennen tulevaa uutta työkautta.

Tukikerroksen kunnolla on suuri merkitys rataverkolla tapahtuvan liikennöinnin toimivuuteen. Silloin tukikerroksen oikeanlainen kunnossapito ja sepelöinti nousevat suureen rooliin. Tällöin on myös tärkeää, että sepelinannosteluvaunut ovat työkunnossa ja sepelöintiyksiköllä työskentelevät ovat saaneet oikeanlaisen ohjeistuksen sepelöintiin ja tietävät toimintatavat.

LÄHTEET

1. Rataverkko. 2018. Liikennevirasto. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/rata-verkko>. Hakupäivä 15.1.2018.
2. Rataverkon kunnossapito. 2017. Liikennevirasto. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/rataverkko/kunnossapito>. Hakupäivä 15.1.2018.
3. Radan kunnossapidon kilpailutus. 2018. Liikennevirasto. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/hankinnat/rataurakat>. Hakupäivä 15.1.2018.
4. Ratatekniset määräykset ja ohjeet RAMO (nyk. RATO), osa 13 Radan tarkastus. 2006. Ratahallintokeskus. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf4/rato_13_radn_tarkastus.pdf. Hakupäivä 15.1.2018.
5. Rataverkko. Logistiikan Maailma. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/rautatiekuljetus/rataverkko/>. Hakupäivä 15.1.2018.
6. Destian radan kunnossapitämät alueet. Destia. Saatavissa: https://www.destia.fi/media/tiedostot/pdf-tiedostot/2017/170313_radn_kunnossapitoalueet_kartta.pdf. Hakupäivä 15.1.2018.
7. VR Track voitti kunnossapitoalue 4:n urakan. 2017. VR Track. Saatavissa: <https://www.vrtrack.fi/uutiset/vr-track-voitti-kunnossapitoalue-4n-urakan/>. Hakupäivä 15.1.2018.
8. Liikenneviraston kunnossapito- ja isännöintialueet. 2017. Liikennevirasto. Saatavissa: https://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/23405/E0076_Kunnossapitoalue-kartta.pdf/8b5e1056-0350-4bff-aa2b-6fbb6ee1f35. Hakupäivä 15.1.2018.
9. Kuula, Pirjo – Luomala, Heikki – Pulkkinen, Eveliina – Kolisoja, Pauli 2017. Tukikerroksen toiminnan kehittäminen. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2017-19_tukikerroksen_toiminnan_web.pdf. Hakupäivä 2.2.2018.

10. Peltokangas, Ossi – Nurmikolu, Antti 2015. Raidegeometrian kunnossapito tukemalla ja tukemiskalusto Suomen rataverkolla. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2015-23_raidegeometrian_kunnossapito_web.pdf. Hakupäivä 3.2.2018.
11. Tamping. Plasser & Theurer. Saatavissa: <https://www.plassertheurer.com/en/machines-systems/tamping.html>. Hakupäivä 7.2.2018.
12. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma. 2017. Destia Rail Oy.
13. Vähäkoski, Sauli 2016. Saatavissa: <http://vaunut.org/kuva/110380>. Hakupäivä 14.2.2018.
14. VPM-770-FI-sepelinannosteluvaunut käyttöohje. 2016. Teräspyörä.
15. Ballast distributing and profiling. Plasser & Theurer. Saatavissa: <https://www.plassertheurer.com/en/machines-systems/ballast-distributing-profiling.html>. Hakupäivä 16.2.2018.
16. Päällysrakennetöiden yleinen työselitys. 2004. Ratahallintokeskus. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf4/rhk_d16_paallysrakennetoiden_yleinen_tyose-litys.pdf. Hakupäivä 16.2.2018.
17. Zaayman, Leon 2016. The basic principles of mechanised track maintenance. 2nd edition.
18. Standardin SFS-EN 13450 Raidesepelikiviainekset kansallinen soveltamisohje. 2004. Ratahallintokeskus. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf4/sfs-en_13450_raidesepelikiviainekset.pdf. Hakupäivä 19.1.2018.
19. SFS-EN 1097-2. 2010. Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Osa 2: Iskunkestävyyden määrittämismenetelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
20. Koskela, Oona-Lina 2011. Ratojen elinkaariajattelu ja ratahankkeiden kannattavuuslaskennan ongelmat. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lts_2011-08_ratojen_web.pdf. Hakupäivä 20.3.2018.

21. Ratakuvapalvelu. VR. Saatavissa: <https://ratakuvapalvelu.vr.fi/>. Vaatii käyttäjätunnuksen. Hakupäivä 21.3.2018.
22. Rautateiden verkkoselostus, 2.7 Rautateiden liikkuva kalusto. 2019. Liikennevirasto. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/web/rautateiden-verkkoselostus-2019/report/2-rataverkolle-paasy/2.7-rautateiden-liikkuva-kalusto>. Hakupäivä 21.2.2018.
23. Kalustorekisteri. 2017. Trafi. Saatavissa: <https://www.trafi.fi/raideliikenne/rekisterit/kalustorekisteri>. Hakupäivä 21.2.2018.
24. Heinonen, Eero 2018. Laatupäällikkö, Teräspyörä-Steelwheel. Sepelivaunut. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Jere Konttinen. 19.2.2018.
25. Heinonen, Eero 2018. Laatupäällikkö, Teräspyörä-Steelwheel. VS: Sepelivaunut. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Jere Konttinen. 23.2.2018.